

DANIEL HENRICO RISCH

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO AMBIENTAL DO PROCESSO DE
TINGIMENTO TÊXTIL COM BASE NA PRODUÇÃO MAIS LIMPA**

CURITIBA

2011

DANIEL HENRICO RISCH

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO AMBIENTAL DO PROCESSO DE
TINGIMENTO TÊXTIL COM BASE NA PRODUÇÃO MAIS LIMPA**

Trabalho apresentado como requisito parcial para obtenção do título de MBA em Gestão Ambiental no curso de Pós-Graduação em MBA em Gestão Ambiental, Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre de Avila Leripio

CURITIBA

2011

*A todos que de alguma forma buscam a
sustentabilidade de nosso planeta*

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Regi, pelo amor e compreensão durante a minha ausência para realização do curso;

Aos meus pais e irmãos pelo apoio e incentivo que me deram durante toda a minha vida;

Ao amigo, Prof. Dr. Alexandre de Avila Leripio por ter aceitado me orientar no desenvolvimento deste projeto;

Aos professores do MBA da UFPR, pelos ensinamentos;

Aos colegas de curso, pelos momentos de troca de ideias, informações e conhecimentos durante as aulas e desenvolvimento dos trabalhos.

*“Os pequenos atos que se executam
são melhores que todos aqueles
grandes que apenas se planejam”*

George C. Marshall

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACV	Análise do Ciclo de Vida
ADA	Avaliação do Desempenho Ambiental
CAS	<i>Chemical Abstract Service</i>
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Efluente
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
ICA	Indicador de Condição Ambiental
IDA	Indicador de Desempenho Ambiental
IDG	Indicador de Desempenho Gerencial
IDO	Indicador de Desempenho Operacional
ISO	<i>International Standardization Organization</i>
kg	Quilograma
kWh	Quilowatts-hora
m ³	Metro cúbico
NBR	Norma Brasileira
ONG	Organização Não Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
PmaisL	Produção mais Limpa
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
STAR	Sistema de Tratamento de Água Residuária
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
t	Tonelada
VPL	Valor Presente Líquido
WBCSD	<i>World Business Council for Sustainable Development</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Esquema simplificado da cadeia têxtil.....	15
-----------	--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.	Corantes e as etapas de aplicação.....	21
Quadro 2.	Características dos corantes utilizados nas operações de tingimento.....	23
Quadro 3.	Entradas e saídas do processo de tingimento.....	24
Quadro 4.	Finalidades básicas do setor de utilidades.....	26
Quadro 5.	Entradas e saídas do setor de utilidades.....	27
Quadro 6.	Tipos de auditoria em função da vinculação da equipe de auditores.....	31
Quadro 7.	Exemplos de indicadores para ADA.....	38
Quadro 8.	Formação do ecotime.....	41
Quadro 9.	Entradas e saídas do sistema.....	41
Quadro 10.	Indicadores de ecoeficiência.....	46
Quadro 11.	Oportunidades de melhoria identificadas.....	47
Quadro 12.	Detalhamento das oportunidades de melhoria.....	48
Quadro 13.	Benefícios ambientais.....	49
Quadro 14.	Benefícios econômicos.....	49
Quadro 15.	Plano de ação.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Dados de produção.....	42
Tabela 2.	Dados de consumo de água.....	43
Tabela 3.	Dados de consumo de energia	43
Tabela 4.	Dados de consumo de gás natural/lenha/cavaco.....	44
Tabela 5.	Dados do consumo de matérias primas.....	45
Tabela 6.	Dados referentes a carga orgânica.....	45
Tabela 7.	Dados referentes aos resíduos sólidos.....	46

SUMÁRIO

1 Introdução.....	11
1.1 Objetivos.....	12
1.1.1 Geral.....	12
1.1.2 Específico.....	12
2 Referencial Teórico.....	13
2.1 Organizações Produtivas e a Questão Ambiental.....	13
2.2 Setor Têxtil.....	14
2.3 Processo de Tingimento.....	16
2.3.1 Preparação para o Tingimento.....	16
2.3.2 Corantes Têxteis.....	18
2.3.3 Tingimento.....	21
2.3.4 Entradas e Saídas do Processo de Tingimento.....	22
2.4 Ferramentas de Gestão Ambiental.....	28
2.4.1 Sistemas de Gestão Ambiental.....	28
2.4.2 Auditoria Ambiental.....	30
2.4.3 Análise do Ciclo de Vida.....	32
2.4.4 Produção mais Limpa.....	33
2.4.5 Avaliação do Desempenho Ambiental.....	35
2.4.6 Indicadores de Desempenho Ambiental.....	36
2.4.7 Ecoeficiência.....	38
3 Metodologia.....	40
3.1 Planejamento e Organização.....	40
3.2 Pré-avaliação e Diagnóstico.....	41
3.3 Avaliação do Desempenho Ambiental.....	42
3.4 Identificação de Oportunidades.....	47
3.5 Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental.....	47
3.6 Plano de Ação para Implantação.....	50
4 Cronograma.....	51
5 Recursos e Viabilidade.....	52
6 Resultados Esperados.....	53
7 Considerações Finais.....	54
8 Referências.....	55

RESUMO

O tingimento têxtil possui um elevado potencial de degradação ambiental, pois utiliza grande quantidade de água e diversos produtos químicos em seu processo. As organizações que realizam o processo de tingimento necessitam de ferramentas adequadas para o gerenciamento das questões ambientais. A avaliação do desempenho ambiental auxilia a medição dos impactos causados por este processo e a produção mais limpa identifica oportunidades de melhoria para o setor. Este projeto visa avaliar o desempenho ambiental do processo de tingimento utilizando como base a metodologia da produção mais limpa. Para isto, uma pesquisa sobre o tingimento e das ferramentas de gestão ambiental foi realizada para determinar a forma mais adequada para realizar a avaliação do desempenho ambiental deste processo. Com a aplicação deste projeto espera-se que a organização obtenha ganhos econômicos e ambientais em busca da sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

A indústria têxtil é bastante tradicional no Brasil e para atender aos desafios do desenvolvimento sustentável necessita de ferramentas capazes de auxiliar no gerenciamento dos fatores que influenciam direta ou indiretamente estas organizações. A avaliação do desempenho ambiental é fundamental para o planejamento e gerenciamento de ações que busquem a sustentabilidade do setor.

Os responsáveis por avaliar o desempenho ambiental das organizações encontram dificuldades para selecionar e definir os indicadores mais aplicáveis ao segmento a ser avaliado. Uma forma de avaliar o desempenho ambiental é através de indicadores de ecoeficiência, que são indicadores de desempenho ambiental de natureza econômico-financeira (GAMBOA, 2005).

O conceito de ecoeficiência sugere uma significativa ligação entre eficiência dos recursos (que leva a produtividade e lucratividade) e responsabilidade ambiental. Portanto, ecoeficiência é o uso mais eficiente de materiais e energia, a fim de reduzir os custos econômicos e os impactos ambientais (CEBDS, 2011).

Os conceitos de ecoeficiência e produção mais limpa são praticamente sinônimos. A pequena diferença entre eles reside do fato de que a ecoeficiência tem origem em questões sobre eficiência econômica que apresentam benefícios ambientais positivos, enquanto a produção mais limpa tem origem em questões de eficiência ambiental que apresentam benefícios econômicos positivos (CNTL, 2011).

O setor de tingimento possui um alto potencial de degradação ambiental, pois utiliza uma grande quantidade de água e diversos produtos químicos nos seus processos, gerando impactos negativos ao meio ambiente principalmente um efluente com elevado potencial poluidor (GUARATINI, 2000).

A falta de dados e informações que gerem conhecimento sobre o desempenho ambiental do processo de tingimento e a importância de uma ferramenta adequada para avaliar este desempenho são fatores limitantes para uma melhor gestão de um programa de produção mais limpa.

Desta forma uma pesquisa sobre processos do setor de tingimento, ferramentas de gestão ambiental e indicadores de desempenho foi realizada para determinar uma metodologia para avaliação do desempenho baseado na produção mais limpa.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

- Propor um programa de avaliação e melhoria do desempenho ambiental para o processo de tingimento têxtil baseado na metodologia da produção mais limpa

1.1.2 Específicos

- Avaliar o desempenho ambiental utilizando a metodologia da produção mais limpa;
- Determinar os indicadores de ecoeficiência mais adequados processo de tingimento;
- Estruturar uma metodologia para avaliação e identificação de oportunidades de melhoria para o setor.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS E A QUESTÃO AMBIENTAL

Sabe-se que a relação entre o crescimento econômico e o meio ambiente apresenta diversos conflitos, porém apenas durante o século XX esses conflitos atingiram dimensões que podem por em risco a sustentabilidade da vida na terra (SOUZA, 2000).

A partir da Segunda Grande Guerra um conjunto de mudanças tecnológicas no setor produtivo tiveram um grande impacto econômico, social e ambiental. A relação do setor produtivo com o meio ambiente sempre causou impactos de diferentes tipos e intensidades.

A reação da sociedade contra o processo de degradação ambiental remonta há cerca de três décadas, época esta em que a maior parte das organizações não governamentais (ONGs) existentes buscava lidar com esta questão, registrando-se, assim, uma história de lutas contra os agentes predadores do meio ambiente.

As concepções básicas do ambientalismo empresarial foram construídas a partir da Conferência de Estocolmo de 1972, seu marco histórico ocorreu somente em 1992, durante a preparação da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, a ECO 92, realizada no Rio de Janeiro. Esta conferência representou o auge do movimento a favor da sustentabilidade ambiental, tendo sido o ponto de partida das críticas mais fortes e consistentes com relação ao estado terminal de um modelo de desenvolvimento que cresceu em choque com a dinâmica da natureza.

Na ECO 92 foi lançada a Agenda 21, um programa de escala global com a intenção de servir como padrão de desenvolvimento, conciliando a proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica (MOTA, 2001).

Cinco anos mais tarde, em 1997, a cidade de Kyoto (Japão) foi sede da Convenção Marco das Nações Unidas sobre Mudança Climática, que culminou na assinatura do protocolo de Kyoto, um documento que objetiva a redução das emissões de gases causadores do efeito estufa (KOHLE, 2008).

Em 2002 na cidade de Johannesburgo ocorreu a Terceira Cúpula Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável, conhecida como Rio + 10 onde se discutiu temas como acesso ao saneamento, eliminação de práticas pesqueiras destrutivas,

estabelecimento de redes representativas de áreas de proteção marinha, redução da perda da biodiversidade e o uso de produtos químicos ambientalmente adequados entre outros temas importantes (PIOTTO, 2003).

Atualmente um número crescente de empresas preocupadas com o relacionamento entre o desempenho dos seus negócios o meio ambiente vem procurando incluir a dimensão ambiental em suas agendas estratégicas (ALBUQUERQUE, 2009).

Uma empresa ambientalmente responsável se preocupa em gerenciar suas atividades visando identificar os impactos sobre o meio ambiente, buscando sempre minimizar aqueles que são negativos e ampliar os positivos.

2.2 SETOR TÊXTIL

A indústria têxtil é um dos mais tradicionais e importantes setores da economia nacional, tanto na geração de empregos, quanto no valor de sua produção.

Atualmente, o Brasil é o terceiro maior produtor de malha, está entre os cinco principais países produtores de confecção, tem a 6ª maior indústria têxtil e de confecção do mundo e é um dos oito grandes mercados de fios, filamentos e tecidos (MDIC, 2011).

O setor têxtil brasileiro fechou o ano de 2010 com um faturamento de US\$ 52 bilhões, um aumento de 10% sobre 2009. Ainda em 2010, o setor investiu US\$ 2 bilhões, tornando a indústria têxtil responsável por 3,5% do Produto Interno Bruto (PIB). Com relação a geração de empregos o setor é o do 2º maior gerador do primeiro emprego e do 2º maior empregador da indústria de transformação, em 2010 foram registrados 1,7 milhões de empregados, representando 13,15% dos empregos gerados na indústria de transformação (ABIT, 2011).

A cadeia produtiva têxtil é composta por várias etapas que, pela forma como se inter-relacionam, dão origem a uma cadeia bastante linear. O processo se inicia com a fiação, beneficiamento, tecelagem e/ou malharia, enobrecimento e surgindo como último elo da cadeia a indústria de confecções. Segue a descrição de cada uma das etapas de acordo com Bastian, 2009:

- Fiação - etapa de obtenção do fio a partir das fibras têxteis que pode ser enviado para o beneficiamento ou diretamente para tecelagens e malharias.
- Beneficiamento - etapa de preparação dos fios para seu uso final ou não, envolvendo tingimento, engomagem, retorção (linhas, barbantes, fios especiais, etc.) e tratamento especiais.
- Tecelagem e/ou Malharia - etapas de elaboração de tecido plano, tecidos de malha circular ou retilínea, a partir dos fios têxteis.
- Enobrecimento - etapa de preparação, tingimento, estamparia e acabamento de tecidos, malhas ou artigos confeccionados.
- Confeções - nesta etapa o setor tem aplicação diversificada de tecnologias para os produtos têxteis, acrescida de acessórios incorporados nas peças.

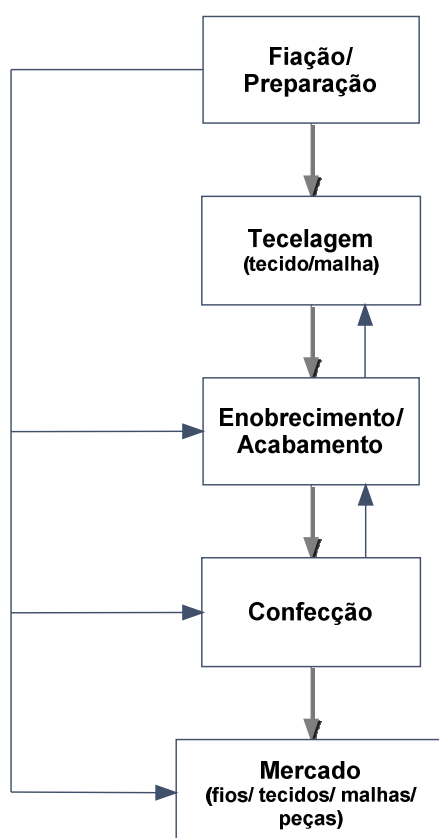


FIGURA 1. ESQUEMA SIMPLIFICADO DA CADEIA TÊXTIL
FONTE: MODIFICADO DE BASTIAN, 2009.

2.3 PROCESSO DE TINGIMENTO

O tingimento é um processo químico de modificação de cor da fibra têxtil através da aplicação de corantes, através de uma solução ou dispersão. Este processo varia de acordo com o produto a ser produzido, pois para cada tipo de fibra têxtil existem corantes específicos.

Neste processo ocorre uma modificação físico-química do substrato de forma que a luz refletida provoque uma percepção de cor. Os produtos que provocam estas modificações são denominados corantes. Corantes são compostos orgânicos capazes de colorir substrato têxtil ou não têxtil, de forma que a cor seja relativamente sólida à luz e a tratamentos úmidos.

Todo substrato têxtil sofre vários processos físicos e químicos durante o beneficiamento. A real necessidade desses processos tem como objetivo melhorar o aspecto, capacidade de penetração do corante, bem como proporcionar condições para um posterior acabamento nobre a este tecido.

É no setor de tinturaria que o substrato têxtil sofre todo o processo de preparação e tingimento chamado de beneficiamento.

2.3.1 Preparação para o Tingimento

De acordo com EPA, (1996) a preparação consiste em remover contaminantes que interferem nas fases subsequentes (tingimento, estamparia, acabamento). Esta remoção pode se dar por desengomagem, purga, alvejamento e chamuscagem. Após a Preparação, os tecidos estão relaxados e deve ser estabilizados antes das etapas seguintes. Esta estabilização se dá por termofixação ou mercerização. A maior parte da DBO na preparação têxtil vem das gomas, óleos de tecelagem e impurezas naturais que são removidas do tecido cru. Segue a descrição de cada um destes processos segundo EPA (1996):

- Desengomagem - Alguns tipos de fios precisam ser engomados antes da tecelagem para melhorarem o seu rendimento nos teares, essa goma precisa ser retirada para a realização do tingimento do tecido, pois formam uma película protetora ao redor dos fios dificultando a penetração dos produtos

químicos e corantes nas fibras. O processo de desengomagem depende diretamente de qual goma foi aplicada aos fios, porém todos os processos se caracterizam pela adição de água quente ou vapor de água pressurizado.

- **Purga** - É um processo de limpeza que remove impurezas das fibras, fios e tecidos. As impurezas incluem lubrificantes, sujeira e outros materiais naturais, gomas solúveis em água, agentes anti-estáticos e tintas usadas na identificação de fios. No banho de purga são utilizados álcalis para saponificar óleos naturais e surfactantes para emulsionar impurezas não saponificáveis.
- **Alveamento** - É um processo químico que elimina cor indesejada de fibras, fios e tecidos (que não foi removida no processo de purga). Diferentes tipos de produtos químicos são usados como alvejantes e a seleção depende da fibra e do acabamento subsequente. Os alvejantes mais comuns são água oxigenada, hipoclorito de sódio, clorito de sódio e dióxido de enxofre. A água oxigenada é o alvejante mais utilizado para o algodão e suas misturas sendo facilmente tratável pois decompõe-se em água e oxigênio. O processo envolve várias etapas: saturação do material com o alvejante, ativador, estabilizador e outros produtos químicos; elevação da temperatura e sua manutenção pelo tempo necessário para completar a ação do alvejante e lavagem do material. A poluição nesta fase não é tão significativa pois a Purga já removeu as impurezas.
- **Chamuscagem** - É um processo a seco usado em tecidos que remove pelos de fios e tecidos. Eles são queimados pela passagem das fibras sobre uma chama ou chapas de cobre aquecidas. A chamuscagem melhora a aparência da superfície do material e reduz a quantidade de pelos.
- **Mercerização** - É um processo químico para materiais de algodão e algodão/poliéster que aumenta sua tingibilidade e brilho e melhora sua aparência. O fio ou tecido é tratado sob tensão a temperatura ambiente com 20% de solução cáustica. Depois do tratamento, há várias lavagens para remoção do produto cáustico. O álcali remanescente pode ser neutralizado

com um tratamento ácido a frio seguido de várias lavagens para remover o ácido.

- Termofixação - É um processo a seco usado para estabilizar a dimensão dos tecidos com um grande conteúdo de polímeros sintéticos. Quando tecidos são termofixados, eles mantêm sua forma e tamanho nas operações subsequentes uma vez que não encontram temperaturas superiores às da termofixação. Confere ao tecido resistência ao encolhimento durante o uso e melhoria de atributos como resiliência e elasticidade. Durante a termofixação há vaporização de componentes dos óleos de encimagem introduzidos no processo de manufatura da fibra.

2.3.2 Corantes Têxteis

Considerando a divisão produtiva da cadeia têxtil não se pode deixar de mencionar a importância dos corantes utilizados nos processos de acabamento, incluindo as lavanderias acopladas às atividades produtivas. Existem várias maneiras para se classificar os corantes, por exemplo, de acordo com a sua constituição química, sua aplicação, solidez em geral, tipo de excitação eletrônica, quando exposto à luz, etc. A classificação dada a seguir segue o padrão adotado pelo Colour Index, (1971):

- Corantes à tina - Os corantes à tina, com poucas exceções, são subdivididos em dois grupos: os indigóides e os antraquinônicos. Todos eles possuem, como característica química, a presença de um grupo cetônico e são essencialmente insolúveis em água. A solubilização desses corantes se dá por redução em solução alcalina/redutora e o produto obtido recebe o nome de LEUCO. O grupo cetônico toma a forma reduzida, solúvel em água, e o corante passa a ter afinidade química com a fibra celulósica. O corante original, insolúvel, é recuperado por uma oxidação posterior. O corante Índigo se encaixa nesta classificação, por ser um indigóide.
- Corantes reativos - os corantes reativos se caracterizam por terem pelo menos um grupo cromóforo e um grupo reativo, sendo solúveis em água. O

grupo cromóforo é aquele que é responsável pela cor do produto e o grupo reativo é a parte química do corante que reage com os grupamentos hidroxílicos (OH) da celulose. Daí estes corantes se chamarem corantes reativos.

- Corantes dispersos - os corantes dispersos são definidos como substâncias insolúveis em água, de caráter não iônico, que possuem afinidade com fibras hidrofóbicas, a exemplo do acetato de celulose, geralmente aplicados a partir de uma fina dispersão aquosa. São também empregados para tingir poliéster, acetato, triacetato e em alguns casos poliamida e acrílicas.
- Corantes diretos - são corantes que foram originalmente concebidos para tingir algodão. Formalmente, são definidos como corantes aniônicos, com grande afinidade para a celulose. Os corantes diretos apresentam a maneira mais simples de colorir materiais celulósicos, uma vez que são aplicados a partir de um banho neutro ou levemente alcalino, próximo ou no ponto de ebulição, no qual é aplicado cloreto ou sulfato de sódio em quantidade e intervalos de tempo apropriados.
- Corantes ácidos - são corantes aniônicos, bastante solúveis em água, cuja aplicação se dá em fibras nitrogenadas como a lã, seda, couro e algumas fibras acrílicas modificadas. Não são recomendados para algodão, uma vez que não possuem afinidade com fibras celulósicas, sendo, entretanto, largamente empregados para a poliamida. Possui uma ampla gama de coloração e, também, as mais diversas propriedades com relação ao tipo de tingimento e solidez. Alguns corantes ácidos são metalizados e absolutamente indispensáveis para certas aplicações na indústria têxtil (alta solidez). A estabilidade desses complexos é tal que esses corantes permanecem estáveis durante o processo de tingimento, mesmo sob severas condições de uso, não liberando o metal de sua estrutura mesmo que haja flutuações dramáticas de pH e temperatura.
- Corantes catiônicos (básicos modificados): são corantes solúveis em água que produzem soluções coloridas catiônicas devido a presença de grupamento amino. Suas aplicações são direcionadas principalmente para as

fibras acrílicas, e em casos especiais para a lã, seda e acetato de celulose. Fornecem cores bastante vivas e algumas até mesmo fluorescentes de boa solidez. Já os antigos corantes básicos (catiônicos não modificados), devido a sua pouca solidez (principalmente à luz), hoje em dia, possuem utilização têxtil bastante reduzida, tendo sofrido forte pressão do mercado quanto à segurança de seu manuseio, visto que grande parte dos mesmos utiliza a benzidina (CAS-92-87-5) como matéria-prima, produto reconhecidamente carcinogênico.

- Corantes ao enxofre (sulfurosos) - é uma classe de corantes que se caracteriza por compostos macromoleculares com pontes dissulfídicas. São produtos insolúveis em água e sua aplicação assemelha-se à dos corantes à tina, devendo ser inicialmente reduzidos a uma forma solúvel, quando passam a ter afinidade com fibras celulósicas. Após o tingimento, são trazidos à sua forma original, insolúvel por oxidação. Possuem uma boa solidez à luz e à lavagem, mas resistem muito pouco ao cloro.
- Corantes naturais - São corantes obtidos a partir de substâncias vegetais ou animais, com pouco ou nenhum processamento químico, são principalmente, do tipo mordente, embora existam alguns do tipo à tina, solventes, pigmentos, diretos e ácidos. Não existem corantes naturais dispersos, azóicos ou ao enxofre. A toxicologia de corantes sintéticos não difere fundamentalmente dos corantes naturais, quando avaliados sob os mesmos critérios. Diferentemente dos corantes naturais, os corantes sintéticos possuem composição definida e uniforme e são submetidos a testes toxicológicos antes de serem lançados no mercado, o que faz com que as informações sobre suas propriedades sejam amplamente conhecidas e bastante consistentes. A principal utilização dos corantes naturais ocorre em tingimentos do tipo mordente, ou seja, esses corantes não liberam sua cor nas fibras, a menos que estejam na presença de certos metais. Assim, uma grande quantidade de sais minerais é necessária para se efetuar o tingimento e, conseqüentemente, íons metálicos são liberados durante as fases de lavagem.

Uma grande variedade de produtos químicos auxiliares são utilizados durante o tingimento para a absorção do corante e fixação dependendo do tipo de fibra. Os corantes também podem ser classificados de acordo com o tipo de fibra que os mesmos têm afinidade química e podem ser aplicados.

O quadro 1 apresenta os tipos de corante, campo e processo de aplicação:

QUADRO 1. CORANTES E AS ETAPAS DE APLICAÇÃO

Corante	Campo de Aplicação	Processo de Aplicação
Cuba ou tina Leuco Ésteres (Indigosol)	Fibras celulósicas em fios, tecidos ou malhas	Estampagem direta, por reserva e corrosão colorida, com fixação por vaporização. Tingimento semi-contínuo, contínuo e descontínuo
	Fibras celulósicas e misturas com "PES" em tecidos e fios, principalmente em cores claras	Estampagem seguida de fixação por vaporização e tingimento semi contínuo, contínuo e descontínuo
Reativos	Basicamente fibras celulósicas e em menor escala protéicas e poliamídicas, na forma de "tops", fios, tecidos ou malhas	Estampagem com fixação por termofixação a seco ou vaporização. Tingimento semi-contínuo (Pad-Batch), contínuo e descontínuo
Dispersos	Principalmente fibras de poliéster, Em segundo plano acetato, triacetato, poliamídicas e poliacrilonitrilas na forma de "tops", fios, tecidos ou malhas	Estampagem com termofixação a seco ou termosublimação (papel). Tingimento semi-contínuo, contínuo e descontínuo
Diretos	Basicamente fibras celulósicas, esporadicamente protéicas e poliamídicas na forma de "tops", fios, tecidos ou malhas	Estampagem e fixação por vaporização. Tingimento semicontínuo e descontínuo
Ácidos	Fibras protéicas, poliamídicas e acrílicas modificadas, em "tops", fios, tecidos ou malhas	Estampagem seguida de fixação por vaporização. Tingimento semi-contínuo, contínuo e descontínuo
Catiônicos (básicos)	Fibras de poliacrilonitrilas, poliéster e poliamidas modificadas, em "tops", fios ou malhas	Estampagem com fixação por termofixação a seco ou vaporização. Tingimento descontínuo
Sulfurosos	Principalmente fibras celulósicas na forma de fios, tecidos ou malhas	Tingimento semi-contínuo, contínuo e descontínuo

FONTE: BASTIAN (2009, p. 19)

2.3.3 Tingimento

Materiais têxteis podem ser tingidos na forma de fibra (antes da fiação), como fios fiados (depois do material ter sido tecido) ou na forma de peça confeccionada (cortada e costurada). Os tingimentos podem ser contínuos ou em batelada. No tingimento contínuo, o material é alimentado continuamente na máquina e o processo consiste na aplicação do corante, na fixação do corante (com produtos

químicos e calor) e na lavagem. É mais barato e gera menos efluente para partidas grandes. No tingimento em batelada, uma quantidade de material e uma solução de corantes e produtos químicos são colocadas na máquina. Os corantes têm afinidade pelas fibras o que faz com que deixem a solução e entrem na fibra. O uso de produtos químicos e temperatura controlada aceleram e otimizam a exaustão do corante. O corante é, então, fixado na fibra usando produtos químicos e calor e depois é lavado. Há ainda um processo semi-contínuo chamado de pad-batch em que o corante é aplicado continuamente porém a fixação e a lavagem são em batelada (EPA, 1996).

Muitos são os poluentes associados ao processo de tingimento, os próprios corantes (toxicidade, metais cor) ou derivados dos produtos químicos auxiliares (sais, surfactantes, igualizantes, lubrificantes, alcalinizantes, etc) e também os produtos usados na limpeza e manutenção das máquinas.

2.3.4 Entradas e Saídas do Processo de Tingimento

De toda a cadeia têxtil o tingimento é o mais crítico em termos de poluição ambiental, pois emprega uma grande quantidade de substâncias químicas em processos de elevado risco ambiental, onde os principais receptores desta poluição são a água e o ar.

A água é um dos elementos básicos para o processo de produção da indústria têxtil, principalmente na etapa de tingimento onde se utiliza grande quantidade de água nas diferentes etapas deste processo.

Os corantes utilizados no tingimento apresentam diferentes características e vários poluentes estão associados a cada tipo de corante. Os corantes não pertencem a uma mesma classe de compostos químicos, mas englobam diversas substâncias (KUNZ, 2002).

As identificações das entradas estão relacionadas aos principais aspectos ambientais. Para cada aspecto ambiental está associado pelo menos um impacto ambiental, que pode ser definido como qualquer alteração das propriedades físico-químicas e/ou biológicas do meio ambiente, devido a qualquer forma de matéria ou energia gerada por atividades humanas.

O quadro 2 apresenta as características dos corantes utilizados nos diferentes tipos de processo de tingimento e os poluentes associados a cada um destes corantes

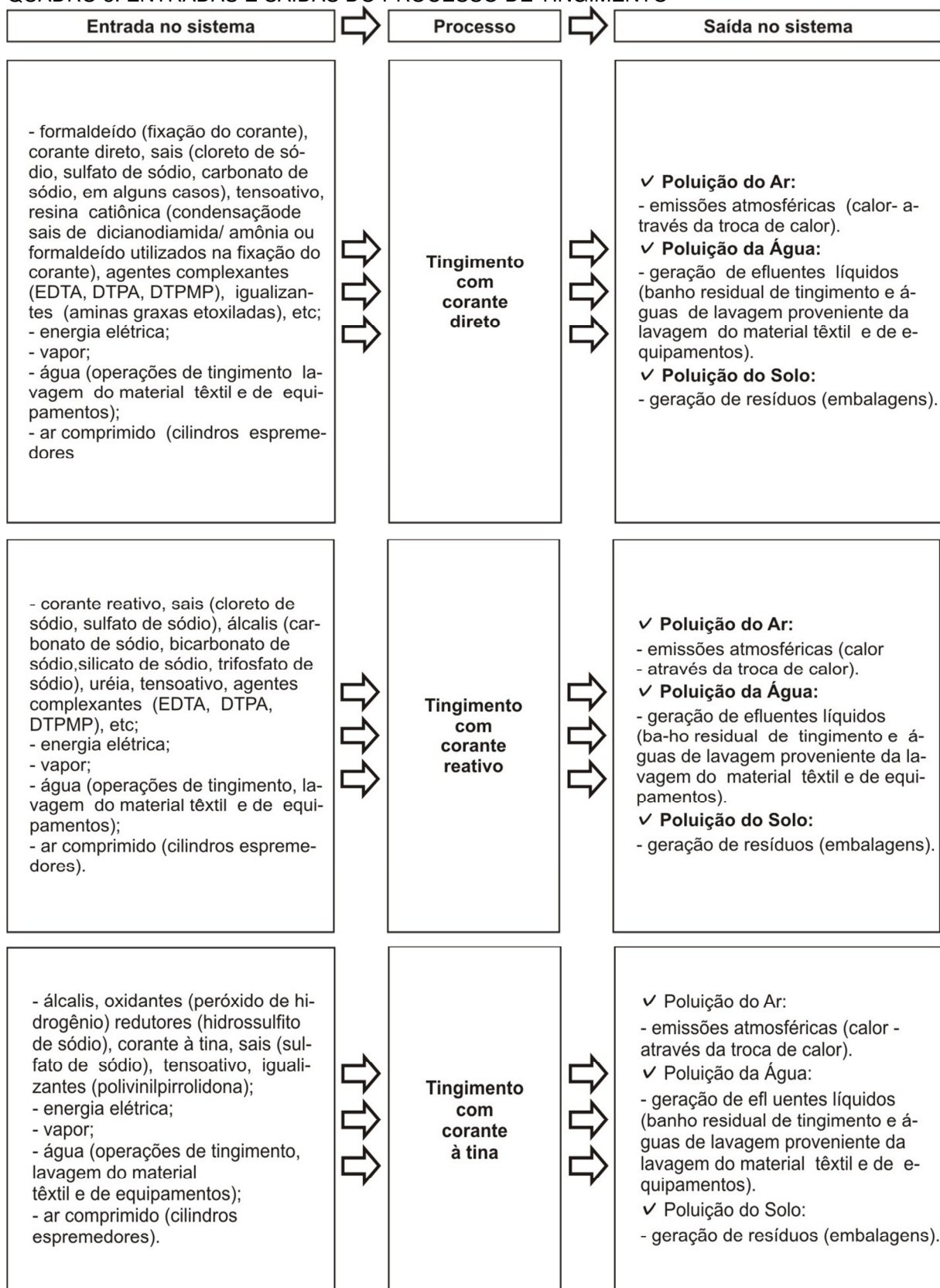
QUADRO 2. CARACTERÍSTICAS DOS CORANTES UTILIZADOS NA OPERAÇÕES DE TINGIMENTO

Classe dos Corantes	Descrição	Tipo de fibras	Fixação Típica (%)	Poluentes associados
A Tina	Corantes tipo Redox, insolúveis em água. A “mais nobre” classe de corantes.	Algodão e outras fibras celulósicas	80-95	Cor, álcalis, agentes oxidantes, agentes redutores, etc.
Reativos	Solúveis em água, compostos aniônicos, classe mais importante de corantes.	Algodão, Lã e outras fibras celulósicas.	60-90	Cor, sal, álcalis, corantes hidrolisados, surfactantes, antiredutores orgânicos, antiespumantes, etc.
Dispersos	Insolúveis em água, compostos não iônicos.	Poliéster, Acetato e outras fibras sintéticas	80-90	Cor, ácidos orgânicos, agentes de igualização, fosfatos, antiespumantes, lubrificantes, dispersantes, etc.
Diretos	Solúveis em água, compostos aniônicos. Podem ser aplicados diretamente na celulose sem mordente (ou metais como cromo e cobre).	Algodão, Raion e demais fibras celulósicas	70-95	Cor, sal, corante não fixado, fixadores; agentes catiônicos surfactantes, antiespumante, agentes retardantes e igualizantes, etc.
Ácidos	Compostos aniônicos solúveis em água.	Lã e poliamida	80-93	Cor, ácidos orgânicos e corantes não fixados.
Catiônicos (básicos)	Compostos catiônicos, solúveis em água, aplicáveis em banho fracamente ácido.	Acrílico e alguns tipos de poliéster	97-98	Fixação quase que total na fibra. Sal, ácidos orgânicos, retardantes, dispersantes, etc.
Sulfurosos	Mercapto corantes. Compostos orgânicos contendo enxofre e polisulfetos em sua formulação.	Algodão e outras fibras celulósicas	60-70	Cor, sal, álcalis, agentes oxidantes, agentes redutores e corantes não fixados, etc.

FONTE: BASTIAN (2009, p. 20)

De acordo com o corante utilizado no processo outros produtos químicos também são adicionados ao banho de tingimento. O quadro 3 apresenta as entradas e saídas do processo de tingimento considerando as características dos corantes utilizados:

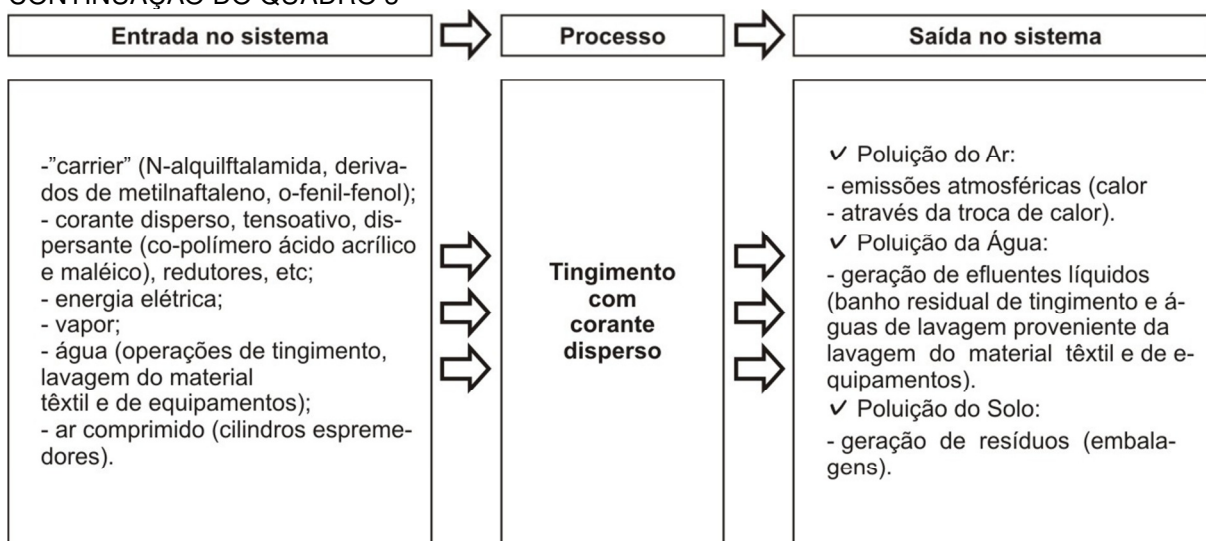
QUADRO 3. ENTRADAS E SAÍDAS DO PROCESSO DE TINGIMENTO



CONTINUAÇÃO DO QUADRO 3

Entrada no sistema	Processo	Saída no sistema
<ul style="list-style-type: none"> - álcalis, oxidantes (peróxido de hidrogênio, sais halogenados, etc.) - redutores (sulfeto de sódio, glucose, hidrossulfito de sódio), corante sulfuroso, sais (sulfato de sódio, cloreto de sódio), tensoativos, etc; - energia elétrica; - vapor; - água (operações de tingimento, lavagem do material têxtil e de equipamentos); - ar comprimido (cilindros espremedores). 	<p>Tingimento com corante sulfuroso</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Poluição do Ar: <ul style="list-style-type: none"> - emissões atmosféricas (calor - através da troca de calor). ✓ Poluição da Água: <ul style="list-style-type: none"> - geração de efluentes líquidos (banho residual de tingimento e águas de lavagem proveniente da lavagem do material têxtil e de equipamentos). ✓ Poluição do Solo: <ul style="list-style-type: none"> - geração de resíduos (embalagens).
<ul style="list-style-type: none"> - álcalis, oxidantes (peróxido de hidrogênio) redutores (hidrossulfito de sódio), corante à tina, sais (sulfato de sódio), tensoativo, igualizantes (polivinilpirrolidona); - energia elétrica; - vapor; - água (operações de tingimento, lavagem do material têxtil e de equipamentos); - ar comprimido (cilindros espremedores). 	<p>Tingimento com corante à tina</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Poluição do Ar: <ul style="list-style-type: none"> - emissões atmosféricas (calor - através da troca de calor). ✓ Poluição da Água: <ul style="list-style-type: none"> - geração de efluentes líquidos (banho residual de tingimento e águas de lavagem proveniente da lavagem do material têxtil e de equipamentos). ✓ Poluição do Solo: <ul style="list-style-type: none"> - geração de resíduos (embalagens).
<ul style="list-style-type: none"> - ácido; - corante catiônico, tensoativo, sal (sulfato de sódio), retardante (amina quaternária), dispersante, etc; - energia elétrica; - vapor; - água (operações de tingimento, lavagem do material têxtil e de equipamentos); - ar comprimido (cilindros espremedores). 	<p>Tingimento com corante catiônico</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Poluição do Ar: <ul style="list-style-type: none"> - emissões atmosféricas (calor - através da troca de calor). ✓ Poluição da Água: <ul style="list-style-type: none"> - geração de efluentes líquidos (banho residual de tingimento e águas de lavagem proveniente da lavagem do material têxtil e de equipamentos). ✓ Poluição do Solo: <ul style="list-style-type: none"> - geração de resíduos (embalagens).
<ul style="list-style-type: none"> - ácido; - corante ácido e complexo metálico, tensoativo, igualizantes, fixadores, etc; - energia elétrica; - vapor; - água (operações de tingimento, lavagem do material têxtil e de equipamentos); - ar comprimido (cilindros espremedores). 	<p>Tingimento com corante ácido/complexo metálico</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Poluição do Ar: <ul style="list-style-type: none"> - emissões atmosféricas (calor - através da troca de calor). ✓ Poluição da Água: <ul style="list-style-type: none"> - geração de efluentes líquidos (banho residual de tingimento e águas de lavagem proveniente da lavagem do material têxtil e de equipamentos). ✓ Poluição do Solo: <ul style="list-style-type: none"> - geração de resíduos (embalagens).

CONTINUAÇÃO DO QUADRO 3



FONTE: BASTIAN (2009, p. 30)

Além das entradas e saídas mencionadas acima o setor de tingimento também necessita de suporte de insumos e ou matérias primas nas diferentes etapas do processo. O responsável por este suporte é chamado de setor de utilidades. O quadro 4 apresenta as finalidades básicas do suporte fornecido por este setor deste setor

QUADRO 4. FINALIDADES BÁSICAS DO SETOR DE UTILIDADES

Apoio/Supote	Finalidade Básica
Gerador de Vapor (caldeira)	Fornecer vapor para os equipamentos e/ou operações que envolvem transferência de calor.
Aquecedor de fluido térmico	Fornecer fluido aquecido para os equipamentos e/ou operações que envolvem transferência de calor
Compressores de Ar	Fornecer ar comprimido para equipamentos pneumáticos.
Armazenamento de GLP	Fornecimento de combustível para processo de combustão (caldeira, rama, chamuscagem, etc.)
Estação de Tratamento Água – ETA	Trata da unidade responsável pela captação (superficial ou subterrânea) e tratamento de água bruta que processa e purifica a água para uso na linha de produção ou mesmo para consumo humano (potável)
Sistema de Tratamento das Águas Residuárias – STAR	Trata dos efluentes líquidos de origem industrial e doméstico, gerados numa planta industrial. Despeja e armazena temporariamente o lodo gerado
Armazenamento de Produtos Perigosos	Instalações e sistema de proteção para armazenamento de produtos perigosos.

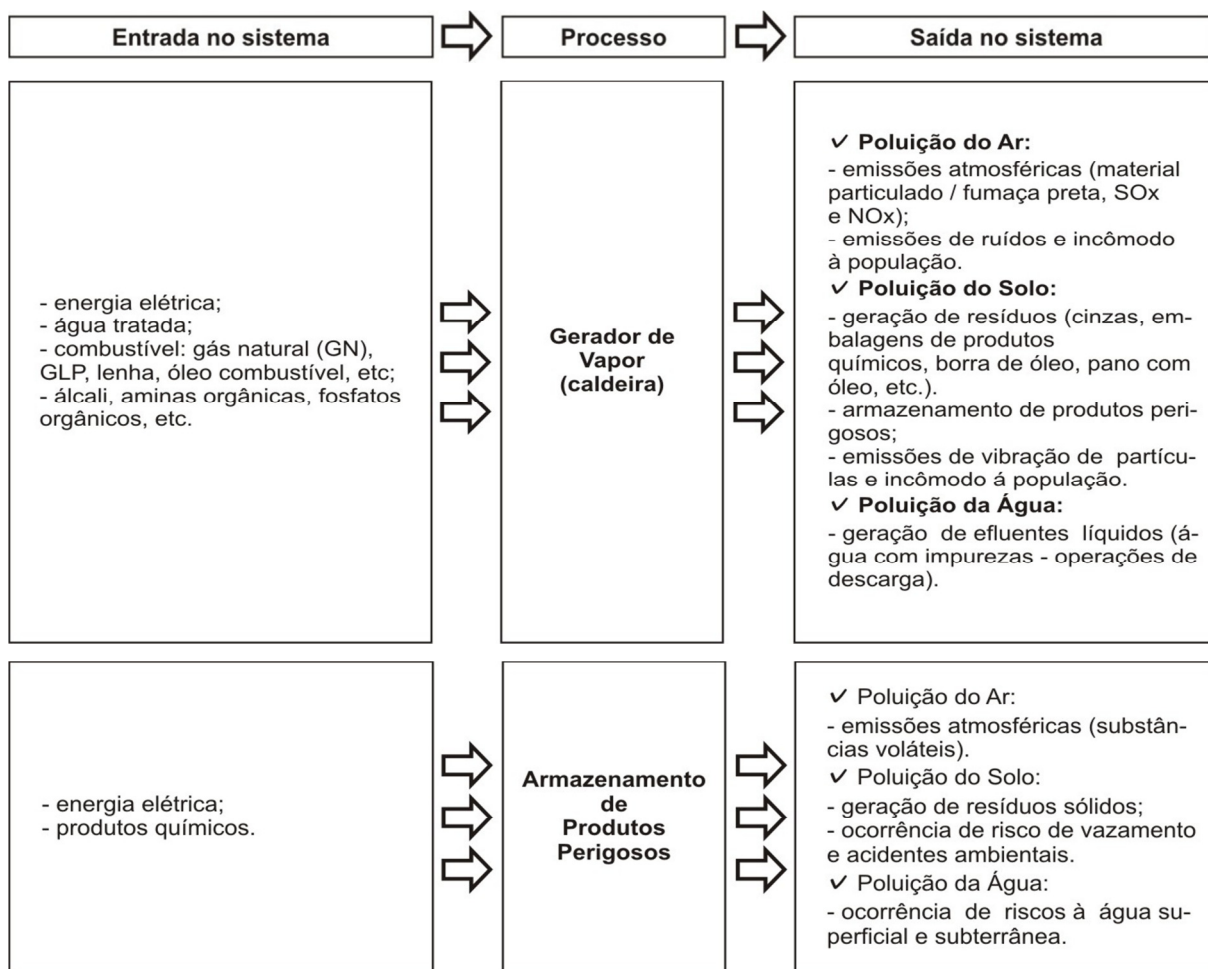
FONTE: BASTIAN (2009, p. 15)

O setor de utilidades também gera diversos impactos ambientais devido as entradas e saídas. Estas entradas e saídas são apresentadas no quadro 5

QUADRO 5. ENTRADAS E SAÍDAS DO SETOR DE UTILIDADES

Entrada no sistema	Processo	Saída no sistema
<ul style="list-style-type: none"> - energia elétrica; - água tratada; - combustível: gás natural, GLP, lenha, óleo combustível etc; - álcali, aminas orgânicas, fosfatos orgânicos, etc. 	Aquecedor de fluido térmico	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Poluição do Ar: <ul style="list-style-type: none"> - emissões atmosféricas (material particulado, SOx e Nox). ✓ Poluição do Solo: <ul style="list-style-type: none"> - geração de resíduos (embalagens de produtos químicos, borra de óleo, pano com óleo, etc.).
<ul style="list-style-type: none"> - energia elétrica; - combustível: GLP. 	Armazenamento de GLP	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Poluição do Ar: <ul style="list-style-type: none"> - potencial de ocorrência de acidente ambiental (volume de armazenamento - gerenciamento)
<ul style="list-style-type: none"> - energia elétrica; - água tratada; - ar (atmosférico); - óleo lubrificante. 	Compressores de Ar	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Poluição do Ar: <ul style="list-style-type: none"> - emissões de ruídos e incômodo à população. ✓ Poluição do Solo: <ul style="list-style-type: none"> - geração de resíduos (embalagem de produtos químicos, pano com óleo, etc.). ✓ Poluição da Água: <ul style="list-style-type: none"> - geração de efluentes líquidos (mistura de água e óleo).
<ul style="list-style-type: none"> - energia elétrica; - produtos químicos: corantes, auxiliares, gomas, solventes, etc; - água tratada ou potável. 	Cozinha de Cores ou Química (Manual ou Automatizada)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Poluição do Ar: <ul style="list-style-type: none"> - emissões atmosféricas (compostos orgânicos voláteis – COVs / VOC's). ✓ Poluição do Solo: <ul style="list-style-type: none"> - geração de resíduos (embalagens de produtos químicos, corantes reprovados, etc.). ✓ Poluição da Água: <ul style="list-style-type: none"> - geração de efluentes líquidos (lavagem de equipamentos e pisos).
<ul style="list-style-type: none"> - energia elétrica; - ar comprimido ou puro; - produtos químicos: sulfato de alumínio, ácido fosfórico, cal, nutrientes, etc. 	Sistema de Tratamento das Águas Residuárias - STAR	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Poluição do Ar: <ul style="list-style-type: none"> - emissão de substâncias odoríferas e possibilidade de causar incômodo à população. ✓ Poluição do Solo: <ul style="list-style-type: none"> - geração de resíduos (lodo biológico, embalagens de produtos químicos, etc.). ✓ Poluição da Água: <ul style="list-style-type: none"> - geração de efluentes líquidos tratados (corpo receptor).

CONTINUAÇÃO DO QUADRO 5



FONTE: BASTIAN (2009, P. 32)

2.4 FERRAMENTAS DE GESTÃO AMBIENTAL

2.3.4 Sistemas de Gestão Ambiental

Do ponto de vista empresarial, gestão ambiental é a expressão utilizada para se denominar uma forma de gestão que visa evitar a degradação ambiental.

De acordo com DIAS, 2010, gestão ambiental é a gestão cujo objetivo é conseguir que os efeitos ambientais não ultrapassem a capacidade de carga do meio onde se encontra a organização, ou seja, obter-se um desenvolvimento sustentável ambientalmente.

O processo de gestão ambiental nas empresas esta profundamente vinculado a normas e leis que definem limites aceitáveis de descarte de carga poluente na forma de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas.

Um sistema de gestão ambiental é o conjunto de responsabilidades organizacionais, procedimentos, processos e meios que se adotam para implantação de uma política ambiental em determinada empresa ou unidade produtiva.

Segundo a NBR ISO 14001:2004 um sistema de gestão ambiental é uma parte do sistema de gestão da organização que tem como finalidade desenvolver e implementar a política ambiental da organização bem como gerenciar os aspectos ambientais da mesma (ABNT, 2004).

Um sistema de gestão ambiental baseado na NBR ISO 14001:2004 pode ser aplicado em qualquer tipo de organização, de qualquer porte e em qualquer país. Como premissas básicas, impõe-se o cumprimento a legislação como um requisito mínimo de desempenho, com a melhoria contínua do desempenho ambiental e com a prevenção da poluição (VILELA JUNIOR, 2010).

Um sistema de gestão normatizado pela NBR ISO 14001:2004 não é um modelo de excelência ambiental, pois não exige os melhores padrões e tecnologias imediatamente, mas serve para demonstrar que uma organização tem sua gestão ambiental organizada para obter esses resultados e que está melhorando seus indicadores, de acordo com sua política, seus objetivos e suas metas ambientais (SEIFFERT, 2011).

Uma das características de um sistema de gestão ambiental é o fato de estar baseado no ciclo do PDCA, que significa planejar, executar, checar e agir. Ao implementar a gestão baseada nas quatro fases do ciclo PDCA a organização atinge um dos objetivos de um sistema de gestão que é a melhoria contínua (VILELA JUNIOR, 2010). A seguir estão apresentados cada uma destas fases :

- Planejar (Plan) - consiste na identificação e avaliação dos aspectos ambientais, identificação dos requisitos legais, e definição de objetivos, metas e programas para melhoria ambiental.
- Executar (Do) - devem ser definidas responsabilidades, recursos e tecnologias provisionados, colaboradores devem ser treinados e conscientizados, de modo a gerenciar adequadamente os aspectos ambientais, utilizando procedimentos de operação e manutenção, além de estarem preparados para atuarem em situações de emergência.

- Checar (Check) - os resultados ambientais devem ser avaliados, bem como a conformidade com os requisitos legais e também auditorias internas devem ser realizadas.
- Agir (Act) - verificada uma não conformidade, ações corretivas devem ser tomadas em todos os níveis da organização para garantir a melhoria contínua do seu sistema de gestão.

A implementação do sistema de gestão ambiental constitui uma ferramenta estratégica para as empresas, possibilitando a identificação de oportunidades de melhoria que reduzam ou minimizem os impactos sobre o ambiente da organização.

2.4.2 Auditoria Ambiental

Auditoria é um processo sistemático, que deve ser sempre documentado e que visa avaliar evidências encontradas, com o intuito de concluir se estas evidências constituem conformidades ou não conformidades em relação ao padrão adotado como referência (CAMPOS E LERÍPIO, 2009).

A Resolução do CONAMA 306/2002 define,

“auditoria ambiental é um processo sistemático e documentado de verificação, executado para obter e avaliar, de forma objetiva, evidências que determinem se as atividades, eventos, sistemas de gestão e condições ambientais especificados ou as informações relacionadas a estes estão em conformidade com os critérios de auditoria estabelecidos nesta Resolução, e para comunicar os resultados deste processo”

De acordo com a NBR ISO 19011:2002, auditoria ambiental é um processo sistemático, documentado e independente para obter evidências de auditoria e avaliá-las objetivamente para determinar a extensão na qual os critérios de auditoria são atendidos.

De forma geral auditoria é um processo sistemático, organizado, planejado e documentado que segue critérios definidos onde os resultados são apresentados de forma clara e objetiva.

As auditorias ambientais são normalmente classificadas em função da vinculação da equipe ou dos objetivos da auditoria. Com relação a vinculação pode-se afirmar que a classificação é consensual e envolve a relação do time de auditores, o cliente da auditoria e a organização auditada (VILELA JUNIOR, 2010)

O quadro 6 apresenta os tipos de auditoria.

QUADRO 6. TIPOS DE AUDITORIA EM FUNÇÃO DA VINCULAÇÃO DA EQUIPE DE AUDITORES

Tipo de auditoria	Equipe de auditoria	Cliente
1ª Parte	Conduzida pela própria organização ou em seu nome	O cliente, isto é, quem paga a auditoria e recebe seus resultados é a organização auditada
2ª Parte	Atua em nome de indivíduos ou organizações que têm interesse na organização auditada	Parte interessada na organização
3ª Parte	Externa (independente)	Auditado

FONTE: BASEADO EM ABNT (2002)

Uma auditoria envolve várias etapas:

- Definição de objetivos, escopo e critérios de auditoria;
- Estruturação da equipe de auditores;
- Revisão da documentação e informações básicas do auditado;
- Elaboração de um plano de auditoria;
- Auditoria propriamente dita (reunião de abertura, coleta de evidências, constatações e conclusões e reunião de encerramento);
- Preparação e distribuição do relatório final;
- Acompanhamento das ações corretivas propostas ou plano de ação quando necessário

Segundo Barbieri, 2004 existem diversas categorias de auditoria:

- Auditoria de conformidade - verifica a conformidade da organização em relação aos requisitos legais aplicáveis.
- *Due dilligence* - verifica situações que podem gerar a responsabilização de empresas e indivíduos.

- Auditoria de sistema de gestão ambiental - verifica a conformidade do SGA com os requisitos da norma ou modelo adotado.
- Auditoria de desempenho ambiental - verifica o desempenho ambiental de organizações, instalações ou equipamentos em relação aos objetivos e metas estabelecidos.

Para uma auditoria ser bem sucedida ela deve ter o escopo, objetivos e critérios bem definidos, os recursos (humanos, materiais, financeiros e de tempo) devem ser adequados, todos os envolvidos devem estar comprometidos com o objetivo e a equipe de auditores deve ser competente.

2.4.3 Análise do Ciclo de Vida

A análise do ciclo de vida (ACV) avalia o desempenho ambiental de um produto ao longo de todo o seu ciclo de vida. Essa análise é feita por meio da identificação quantitativa de todas as entradas de recursos naturais e todas as saídas de rejeitos ao longo de toda as etapas do ciclo de vida do produto, seguida pela avaliação do impactos ambientais associados a essas entradas e saídas (VALELA JUNIOR, 2010).

A norma NBR ISO 14040:2001 define a avaliação do ciclo de vida pela compilação e avaliação das entradas e saídas e dos impactos ambientais potenciais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida (ABNT, 2001).

A ACV é uma ferramenta que possibilita melhor compreender a interação entra a atividade industrial e o meio ambiente, auxiliando na incorporação da gestão ambiental de forma estratégica.

De acordo com Ferrão, 1998 para analise do ciclo de vida, se encontram quatro fases principais que se relacionam, nomeadamente:

- Definição do objetivo e do âmbito da análise;
- Inventário dos processos envolvidos, com a enumeração das entradas e saídas do sistema;
- Avaliação dos impactos ambientais associados às entradas e saídas do sistema;

- Interpretação das fases de inventário e avaliação, tendo em consideração os objetivos do estudo.

A análise do ciclo de vida é uma das várias ferramentas úteis para apoiar as organizações a melhor compreender, controlar e reduzir os impactos ambientais criados por bens e serviços (SEIFERT, 2011).

Segundo TIBOR, (1996) a ACV apresenta várias aplicações, cujos benefícios podem ser destacados:

- Redução dos poluentes e gestão de risco - uma ACV pode ajudar as organizações a identificar oportunidades para reduzir o uso de energia e materiais, reduzindo as emissões. A ACV também é uma ferramenta de gerenciamento de riscos que ajuda as empresas a compreenderem os riscos ambientais em todo o ciclo de vida do produto/processo.
- Orientações para o desenvolvimento de produtos - a ACV pode ser útil no desenvolvimento, planejamento e projeto de produtos. Empresas estão deixando de focalizar apenas a geração de rejeitos e o uso de energia e estão examinando os fatores relativos ao projeto do produto.
- Influência na rotulagem - processo de avaliação do ciclo de vida de produto tem papel importante em programas de rotulagem que envolve reivindicações ambientais e também marketing do produto.

Além destes fatores anteriormente citados, a Avaliação do Ciclo de Vida também é uma ferramenta muito utilizada para a implantação de políticas públicas e a rotulagem ambiental de produtos (TAKAHASHI, 2006).

2.4.4 Produção mais Limpa (PmaisL)

Este conceito foi desenvolvido pela Organização das Nações Unidas (ONU), através do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), em 1989, consiste numa estratégia de prevenção da poluição, focando produtos e processos,

para otimizar o emprego de matérias primas, de modo a não gerar ou a minimizar a geração de resíduos, reduzindo os riscos ambientais para os seres humanos e trazendo benefícios econômicos para a empresa (VALLE, 1995).

A PmaisL busca a redução dos impactos negativos do ciclo de vida do produto, desde a extração da matéria-prima até a disposição final. Em relação aos processos de produção a PmaisL direciona para a economia de matéria-prima e energia, a eliminação do uso de materiais tóxicos e a redução nas quantidades e toxicidade dos resíduos e emissões. Em relação aos serviços, direciona seu foco para incorporar as questões ambientais dentro da estrutura e entrega de serviços (CEBDS, 2011).

A prática do uso da PmaisL leva ao desenvolvimento e implantação de Tecnologias Limpas nos processos produtivos. Para introduzir técnicas de PmaisL em um processo produtivo, podem ser utilizadas várias estratégias, tendo em vista metas ambientais, econômicas e tecnológicas. A priorização destas metas é definida em cada empresa, através de seus profissionais e baseada em sua política gerencial (CNTL, 2011).

A viabilidade técnica, econômica e ambiental deve ser avaliada para que a PmaisL seja eficaz no seu propósito. Geralmente as questões econômicas são consideradas fatores limitantes para aplicação da PmaisL. Por este motivo se faz necessário uma análise financeira detalhando os fluxos de caixa de maneira a obter o fluxo de caixa líquido tal que proporcione um VPL positivo e uma TIR maior que a TMA (ARAUJO, 2002).

No setor de tingimento o principal alvo de medidas de PmaisL é a redução do consumo de água nos processos trazendo benefícios econômicos e ambientais.

O uso racional de água pode ser realizado de diversas formas:

- instalação de controladores de fluxo e válvulas automáticas de volume de banho de tingimento;
- melhorar a eficiência de lavagem em banhos e processos contínuos;
- reutilização de banhos para lavagem de equipamentos;
- utilização de água de chuva;
- Reutilização de efluentes tratados;
- Recirculação de água de resfriamento.

Segundo BASTIAN, (2009) o uso racional da água em processos de tingimento diminui consideravelmente o consumo de recursos naturais reduzindo os custos do processo em até 75%.

Medidas de PmaisL também podem ser adotadas para a redução do consumo de energia elétrica, gás natural, lenha e carvão como o reaproveitamento do calor gerado durante o processo de tingimento com a utilização de trocadores de calor, fazendo com que haja redução no tempo de processo e redução do consumo de energia reduzindo os custos operacionais.

2.4.5 Avaliação do Desempenho Ambiental (ADA)

A avaliação do desempenho ambiental (ADA) é um processo de gestão interna, que utiliza indicadores para fornecer informações confiáveis e verificáveis.

Segundo a norma NBR ISO 14031:2004 – Gestão Ambiental - Avaliação de Desempenho Ambiental – Diretrizes, o Desempenho Ambiental é definido como resultados do gerenciamento ambiental dos aspectos ambientais de uma organização. Esta norma também define a ADA como um processo que visa facilitar decisões gerenciais sobre o desempenho ambiental de uma organização por meio da seleção de indicadores, coleta e análise de dados, avaliação de informações de acordo com critérios de desempenho ambiental, divulgação, revisão e aperfeiçoamento desse processo.

A NBR ISO 14031:2004 recomenda que a organização que possua um sistema de gestão ambiental compare o seu desempenho ambiental com sua política ambiental, objetivos, metas e outros critérios de desempenho ambiental. No caso da organização não possuir um SGA a ADA pode auxiliar na identificação dos aspectos ambientais, estabelecimento de critérios para o desempenho ambiental e avaliação do desempenho ambiental com base nesses critérios.

O trabalho de medir e avaliar o desempenho ambiental é acompanhado por um grupo de indicadores de desempenho que podem ser usados não somente para ADA mas também ajudam a organização a selecionar técnicas ambientalmente corretas, fazer *benchmarking*, emitir relatórios ambientais e estabelecer Sistemas de Gestão Ambiental (REN, 2000).

Fixar objetivos e monitorar o desempenho com indicadores são instrumentos de gestão ambiental e de medição da ecoeficiência utilizados em todo o mundo, sendo necessários para medir o progresso da empresa rumo a um futuro mais sustentável (WBCSD, 2011).

2.4.6 Indicadores de Desempenho Ambiental (IDA)

Um indicador é uma ferramenta que permite a obtenção de informações sobre uma dada realidade, tendo como característica principal a de poder sintetizar diversas informações, retendo apenas o significado essencial dos aspectos analisados.

Segundo BELLEN, 2006 as principais funções dos indicadores são:

- Avaliar condições e tendências;
- Comparar lugares e situações;
- Avaliar condições e tendências em relação às metas e aos objetivos;
- Prover informações de advertência; e
- Antecipar futuras condições e tendências.

A NBR ISO 14031:2004 defende o estabelecimento de parâmetros relevantes e confiáveis (indicadores) para medir o desempenho ambiental, desenvolvendo uma metodologia para avaliar o desempenho ambiental das empresas. Essa norma descreve duas categorias gerais de indicadores para avaliação do desempenho ambiental (ADA):

1 - Os indicadores de desempenho ambiental (IDA) fornecem informações sobre o desempenho ambiental de uma organização e são classificados em dois tipos:

- Indicadores de desempenho gerencial (IDG): são tipos de IDA que fornecem informações sobre esforços gerenciais para influenciar o desempenho ambiental das operações da organização

- Indicadores de desempenho operacional (IDO): são tipos de IDA que fornecem informações sobre o desempenho ambiental das operações da organização.

2 - Os indicadores de condição ambiental (ICA) fornecem informações que podem ajudar a organização a entender melhor o impacto mensurável ou o impacto potencial de seus aspectos ambientais e assim auxiliar no planejamento e na implementação da ADA.

Os indicadores de desempenho ambiental podem ser apresentados em valores absolutos ou relativos, como uma expressão que fornece informações sobre o desempenho ambiental da organização em relação a sua produção (CANTARINO, 2003):

- Indicadores absolutos - estes indicadores permitem o acompanhamento e avaliação do atendimento aos padrões estabelecidos por normas ou lei. Estes podem ser expressos em toneladas, metros cúbicos, joules, ou outra unidade física para um dado tempo ou período de tempo, assim, eles auxiliam na mensuração do impacto ambiental, no grau de qualidade ambiental ou ainda descrevem a extensão da poluição ambiental.
- Indicadores relativos - são razões entre os indicadores absolutos associados a alguma outra informações como: os produtos gerados, os valores econômicos, os recursos naturais consumidos, as condições ambientais presentes, etc. Estes indicadores demonstram a eficiência ambiental da produção, a intensidade de um impacto, bem como o desempenho de uma determinada empresa relativa ao seu tamanho ou capacidade de produção

Alguns exemplos de indicadores para ADA segundo a NBR ISO 14031:2004 são apresentados na quadro 7.

QUADRO 7. EXEMPLOS DE INDICADORES PARA ADA

Categoria	Tipo	Exemplos
IDA	IDG	Custos (operacional e de capital) que são associados com os aspectos ambientais de um processo ou produtos. Retorno sobre investimento para projeto de melhoria ambiental. Número de objetivos e metas ambientais atingidos.
	IDO	Quantidade de energia usada por unidade de produto. Quantidade de água reutilizada. Volume de efluente gerado por unidade de produto.
ICA	ICA	Concentração de um dado contaminante, no ar, em locais selecionados para monitoramento. Oxigênio dissolvido em corpos receptores. Concentração de nutrientes selecionados no solo adjacente as instalações da indústria.

FONTE: ABNT (2004)

Fixar objetivos e monitorar o desempenho ambiental com indicadores são instrumentos de gestão ambiental e de medição da ecoeficiência utilizados em todo o mundo, sendo necessários para medir o progresso da empresa rumo a um futuro mais sustentável (WBCSD, 2011).

Os indicadores de ecoeficiência constituem um dos tipos de IDA de natureza econômico-financeira vinculando o desempenho ambiental aos resultados constantes das demonstrações contábeis. A implantação do conceito de ecoeficiência depende da ADA de forma integrada ao desempenho econômico, o que parece simples conceitualmente, mas que as empresas têm encontrado dificuldade em medir e avaliar. (BERGAMINI JÚNIOR, 2000).

A gestão ambiental necessita constantemente de novas maneiras de medir seu progresso e criar novas metas, e os indicadores de desempenho ambiental são uma importante ferramenta nesse processo. Os indicadores podem ajudar os tomadores de decisão a definir as metas para melhorar o desempenho ambiental da empresa e permitir a avaliação do desempenho ambiental na medida em que alcance ou se aproxime destas metas.

2.4.7 Ecoeficiência

Segundo o *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD, 2011) ou Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável, a ecoeficiência é definida como a produção de bens e serviços a preços competitivos,

que sejam capazes de satisfazer as necessidades humanas, promovendo a qualidade de vida, enquanto que, de forma progressiva reduzam os impactos e a intensidade do consumo de recursos naturais em todo o ciclo de vida e em consonância com a capacidade de suporte da Terra.

Ecoeficiência é “uma filosofia de gestão empresarial” em que as empresas tornam-se mais competitivas, inovadoras e ambientalmente responsáveis. Uma empresa não precisa abandonar suas atuais atividades para tornar-se ecoeficiente, basta que, a estas atividades sejam incorporadas, de forma contínua, medidas de economia e a performance ambiental. Buscar eco-eficiência é um processo de melhoria contínua (ALMEIDA, 2000)

A Ecoeficiência é um caminho para que as empresas possam alcançar o desenvolvimento sustentável e agregar aos seus negócios vantagens econômicas e ambientais, permitindo que se produza mais com muito menos ou com mais eficiência. São elementos da Ecoeficiência:

- Reduzir o consumo de materiais com bens e serviços.
- Reduzir o consumo de energia com bens e serviços.
- Reduzir a emissão de substâncias tóxicas.
- Intensificar a reciclagem de materiais.
- Maximizar o uso sustentável de recursos renováveis.
- Prolongar a durabilidade dos produtos.
- Agregar valor aos bens e serviços.

A ecoeficiência exige que as empresas tracem estratégias de gestão ambiental preventiva, que integrem aspectos ambientais ao ciclo de vida de seus produtos e serviços. Vai além da simples redução de poluição e do uso de recursos, pois enfatiza a criação de valor e relaciona a excelência ambiental com a empresarial (WBCSD, 2011).

A incorporação dos procedimentos e práticas da ecoeficiência na sociedade atual depende da participação de todos os atores, dentre eles sociedade civil, governo e acima de tudo o setor empresarial. Além da pró-atividade destes atores, a assimilação das práticas da ecoeficiência é estimulada por incentivos econômicos e sociais. A maneira mais eficiente de promover e estimular a ecoeficiência seria por

meio da inovação e também através da intensificação da competição, de prêmios por altos níveis de produtividade dos recursos, de incentivos regulamentários, de processos de disseminação das melhores práticas e da existência de um clima favorável à inovação (NASCIMENTO, 2011).

Pelo fato da ecoeficiência ter uma relação estreita com a economia, esta requer também uma mensuração conjunta do desempenho ambiental e econômico. A tradução de todos estes fatores em números é um dos grandes desafios da sustentabilidade, e para que isto se torne possível são utilizados indicadores de ecoeficiência.

3. METODOLOGIA

A avaliação e melhoria do desempenho ambiental com base em um Programa de Produção mais Limpa (PmaisL) em um processo produtivo será realizado em uma sequência de várias etapas que abordarão questões organizacionais, comportamentais, balanços de massa e energia necessários para a qualificação e quantificação das perdas do processo produtivo,

3.1 PLANEJAMENTO E ORGANIZAÇÃO

Nesta etapa a questão fundamental será o comprometimento da alta direção, a organização precisa demonstrar explicitamente aos seus colaboradores que tem interesse no projeto e que apoia seus colaboradores para que o objetivo do projeto seja atingido.

Outro fator chave será o estabelecimento de uma equipe interna que irá auxiliar no desenvolvimento do programa, esta equipe será chamada de ECOTIME conforme o quadro 8.

No ECOTIME a participação de pessoas que conheçam mais profundamente a organização e que estejam ligadas a diferentes áreas da organização será muito importante, pois são elas que estão diretamente envolvidos nos processos realizados no cotidiano da organização.

QUADRO 8. FORMAÇÃO DO ECOTIME

Nome	Setor	Cargo	Formação

FONTE: O AUTOR

Um organograma da organização também será estruturado para que se possa a pessoa certa no momento de resolver alguma questão referente ao projeto. Nesta etapa também será definido um cronograma de trabalho que irá auxiliar na realização das etapas do projeto.

A sensibilização da alta direção e de todos os colaboradores envolvidos no programa de PmaisL será de grande importância para que as possíveis barreiras sejam identificadas e que soluções possam ser apresentadas.

3.2 PRÉ-AVALIAÇÃO E DIAGNÓSTICO

Nesta etapa serão estabelecidos os principais fluxos de materiais e energia da empresa, verificando a atual situação da organização, observando a geração de resíduos, efluentes e emissões.

Assim será elaborado o *lay-out* e o mapeamento dos processos da organização, que são bastante importantes para determinar o fluxo de matérias-primas, produtos e resíduos. Um fluxograma de entradas e saídas do processo também será elaborado utilizando os dados obtidos no quadro 9.

QUADRO 9. ENTRADAS E SAÍDAS DO SISTEMA

Entradas	Operação/Etapa	Saídas

FONTE: O AUTOR

Durante a pré-avaliação serão verificadas qualitativamente as matérias-primas, materiais auxiliares, produtos, subprodutos, energia, água, resíduos, efluentes, emissões consumidos ou produzidos em cada processo.

Também se pode seleccionar o foco da avaliação do projeto de PmaisL, em princípio, todos os processos podem ser candidatos ao foco de avaliação. Contudo, a seleção é orientada normalmente por razões financeiras, legais, ambientais e de recursos humanos disponíveis.

Para a realização do diagnóstico serão utilizados dados ou estimativas existentes na empresa, como contas de água e energia, registro de entrada de matérias-primas, insumos e auxiliares, registro de saída de produtos, resíduos, efluentes, subprodutos e emissões.

3.3 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO AMBIENTAL

Neste estágio do projeto se avaliará se o sistema de monitoramento das entradas e saídas são adequados e se os registros das mesmas são realizados periodicamente, para que uma comparação do antes e depois da execução do projeto de PmaisL possa ser realizada. Caso o sistema de monitoramento não seja adequado um novo método será sugerido, dentro das práticas de operações existentes. Dados relacionados à produção do último ano da organização serão coletados conforme a tabela 1.

TABELA 1. DADOS DE PRODUÇÃO

Mês (Dias Trabalhados)	Produção (t)
jan/2011	
fev/2011	
mar/2011	
abr/2011	
mai/2011	
jun/2011	
jul/2011	
ago/2011	
set/2011	
out/2011	
nov/2011	
dez/2011	

FONTE: O AUTOR

No caso da organização possuir vários produtos/processos poderão ser coletados dados individualizados de cada um destes produtos/processos.

Outro dado bastante importante a ser coletado será relativo à quantidade e os custo da água que a empresa consome, isto é, a quantidade de água que “entra” na organização menos a quantidade de “saída”, na forma de esgoto sanitário ou industrial. O resultado final do consumo considera o balanço hídrico da empresa, soma das quantidades captada menos os lançamentos, conforme as características da infraestrutura existente.

Com relação à água também serão coletados dados referentes à reutilização da água dentro da empresa, sem que a mesma seja submetida a um tratamento que altere as suas características físicas, químicas e biológicas. O resultado deverá ser representado em porcentagem (%), considerando a quantidade de água reutilizada em relação ao total de água consumida. Geralmente esta água é utilizada num determinado setor ou equipamento específico na linha de produção. Estes dados serão alocados na tabela 2

TABELA 2. DADOS DE CONSUMO DE ÁGUA

Mês (Dias Trabalhados)	Água (m³)	% Água Reutilizada	Custo unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
jan/2011				
fev/2011				
mar/2011				
abr/2011				
mai/2011				
jun/2011				
jul/2011				
ago/2011				
set/2011				
out/2011				
nov/2011				
dez/2011				

FONTE: O AUTOR

Com relação à energia deverão ser coletados dados sobre a quantidade e o custo da energia consumida nas atividades da empresa atendida por uma concessionária, incluindo também formas de produção de energia própria. Este dados serão alocados na tabela 3

TABELA 3: DADOS DE CONSUMO DE ENERGIA

Mês (Dias Trabalhados)	Energia (kWh)	Custo unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
jan/2011			
fev/2011			
mar/2011			
abr/2011			
mai/2011			
jun/2011			
jul/2011			
ago/2011			
set/2011			
out/2011			
nov/2011			
dez/2011			

FONTE: O AUTOR

Dados relativos ao tipo, quantidade e custo do material utilizado como combustível para produção de vapor e aquecimento de todo o maquinário utilizado no processo deverá ser transcrito na Tabela 4

TABELA 4. DADOS DE CONSUMO DE GÁS NATURAL/LENHA/CAVACO

Mês (Dias Trabalhados)	gás natural/lenha/cavaco (m³)	Custo unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
jan/2011			
fev/2011			
mar/2011			
abr/2011			
mai/2011			
jun/2011			
jul/2011			
ago/2011			
set/2011			
out/2011			
nov/2011			
dez/2011			

FONTE: O AUTOR

O tingimento têxtil utiliza diversas matérias primas nos seus processos, principalmente produtos químicos e auxiliares têxteis. Para cada processo será

elaborada uma tabela contendo os dados referentes às quantidades utilizadas e ao custo desta matéria prima. Todos os dados sobre estas matérias primas serão coletados conforme a tabela 5:

TABELA 5: DADOS DO CONSUMO DE MATÉRIAS PRIMAS

Mês (Dias Trabalhados)	Matéria Prima	Quantidade	Unidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
jan/2011					
fev/2011					
mar/2011					
abr/2011					
mai/2011					
jun/2011					
jul/2011					
ago/2011					
set/2011					
out/2011					
nov/2011					
dez/2011					

FONTE: O AUTOR

Outro dado que será coletado é o de carga orgânica potencial que representa a somatória dos despejos líquidos de cada etapa do processo produtivo. Estes dados serão apresentados na tabela 6.

TABELA 6: DADOS REFERENTES À CARGA ORGÂNICA

Mês (Dias Trabalhados)	Vazão Específica (m³)	Carga Orgânica DBO (kg)	Carga Orgânica/ Vazão Específica	Disposição	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
jan/2011						
fev/2011						
mar/2011						
abr/2011						
mai/2011						
jun/2011						
jul/2011						
ago/2011						
set/2011						
out/2011						

nov/2011						
dez/2011						

FONTE: O AUTOR

A quantidade total de resíduos que a empresa gera na produção deverá ser tabulada conforme a tabela 7. Todos os resíduos produzidos devem ser listados para que se possa classificar corretamente estes resíduos como classe I e classe II. Dados como o percentual de resíduos que são reciclados,

TABELA 7. DADOS REFERENTES AOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Mês (Dias Trabalhados)	Quantidade Total (kg)	% Resíduos Recicláveis	Classe I (kg)	Classe II (kg)	Disposição	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
jan/2011							
fev/2011							
mar/2011							
abr/2011							
mai/2011							
jun/2011							
jul/2011							
ago/2011							
set/2011							
out/2011							
nov/2011							
dez/2011							

FONTE: O AUTOR

Após a coleta de todos os dados mencionados, serão calculados os indicadores de ecoeficiência. Estes cálculos serão a razão entre os dados mencionados e a produção. O quadro 10 apresenta os indicadores de ecoeficiência que serão calculados.

QUADRO 10. INDICADORES DE ECOEFICIÊNCIA

Indicador de Ecoeficiência	Unidade
Consumo de água	m ³ / t produto
Reuso de água	% / t produto
Consumo de energia	kWh / t produto
Matéria prima	t/ produto
Carga orgânica	Kg DBO / t produto

Gá natural/cavaco/lenha	m ³ / t produto
Geração total de resíduos	kg / t produto
Resíduos Classe I	kg / t produto
Resíduos Classe II	kg / t produto
Resíduos recicláveis	kg / t produto

FONTE: O AUTOR

3.4 IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES

Com base no fluxograma do processo e na análise quantitativa de entradas e saídas, será escolhido o processo, materiais ou matérias-primas, resíduos, efluentes líquidos ou as emissões a serem submetidas mais urgentemente à sua eliminação ou redução por meio da PmaisL.

As opções podem ser direcionadas para:

- Mudança em matérias-primas
- Mudança tecnológica
- Boas práticas de P+L (housekeeping)
- Mudanças no produto
- Reuso e/ou reciclagem

A partir destas escolhas será preenchido o quadro 11 que apresentará as oportunidades mais urgentes.

QUADRO 11. OPORTUNIDADES DE MELHORIA IDENTIFICADAS

Oportunidade	Setor/Processo	Intervenção Sugerida

FONTE: DADOS PRIMÁRIOS

1.1 VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL

Nesta etapa o nível de detalhamento no qual cada opção de PmaisL será verificada com relação a viabilidade técnica, econômica e ambiental.

Na avaliação técnica será considerado o impacto da medida proposta sobre o processo, a produtividade, bem como a segurança. A opinião dos colaboradores é fundamental nesse momento.

A viabilidade econômica é frequentemente o parâmetro-chave que determina se uma opção será implementada ou não. Nesta etapa deverá ser considerado o período de retorno do investimento, a taxa interna de retorno e o valor presente líquido.

Analisando as oportunidades de melhoria identificadas e avaliadas de acordo com quesitos técnicos, econômicos e ambientais, estas serão detalhadas conforme o quadro 12

QUADRO 12. DETALHAMENTO DAS OPORTUNIDADES DE MELHORIA

Problema
Situação Verificada
Indicadores
Alternativas Técnicas Verificadas
Situação Esperada

Viabilidade Econômica de Implantação
Análise Ambiental e Social

FONTE: O AUTOR

Os possíveis benefícios ambientais referentes a cada oportunidade de melhoria serão levantados no quadro 13.

QUADRO 13. BENEFÍCIOS AMBIENTAIS

Benefícios Ambientais	Quantidade	Unidade	Valor
1. Redução do consumo de matéria-prima			
2. Minimização de resíduos sólidos total			
3. Minimização de resíduos perigosos			
4. Minimização do consumo de água			
5. Minimização do consumo de energia			
6. Minimização da geração de efluentes			
7. Reciclagem interna			
8. Reciclagem externa			

FONTE: O AUTOR

Os benefícios econômicos com a aplicação do projeto serão apresentados no quadro 14.

QUADRO 14. BENEFÍCIOS ECONÔMICOS

Melhoria	Economia	Investimento (R\$)	Recuperação do Investimento	Benefícios econômicos (R\$)
Total				

FONTE: O AUTOR

3.6 PLANO DE AÇÃO PARA IMPLANTAÇÃO

Para cada uma das propostas de melhoria que forem identificadas e que demonstrem viabilidade técnica, econômica e ambiental será elaborado um plano de ação que deverá ter o aval da alta direção da organização. Este plano de ação será detalhado conforme o quadro 15.

QUADRO 15. PLANO DE AÇÃO

PLANO DE AÇÃO						
O que fazer?	Quando fazer?	Por que fazer?	Onde fazer?	Como fazer?	Quem vai fazer?	Quanto vai custar?

FONTE: O AUTOR

4. CRONOGRAMA

A seguir esta apresentado o plano de trabalho para a execução do projeto:

Semana/ Etapa	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Planejamento e Organização	X			
Pré-avaliação e Diagnóstico	X	X		
Avaliação do Desempenho Ambiental		X	X	
Identificação de Oportunidades		X	X	
Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental			X	X
Plano de Ação para Implantação				X

5. VIABILIDADE ECONÔMICA

O projeto apresentado é uma proposta de consultoria para a avaliação do desempenho ambiental e identificação de oportunidade de melhorias para a organização. O investimento que a organização terá inicialmente será com relação às horas de atividade do consultor na empresa. Estima-se um total de 40 horas para o desenvolvimento do projeto dentro da organização totalizando um investimento de R\$ 6000,00.

Para implantação deste projeto a organização também precisará colocar os colaboradores que farão parte do ECOTIME e a disposição do consultor por algumas horas.

Os investimentos com as melhorias propostas serão apresentados durante a execução do projeto e não estão incluídos no valor da consultoria.

6. RESULTADOS ESPERADOS

A avaliação do desempenho ambiental identifica diversas oportunidades de melhoria para a organização e com a utilização de medidas de PmaisL esta organização poderá obter ganhos econômicos e ambientais.

Os principais resultados esperados com a implantação deste projeto serão:

- Comparação do desempenho ambiental da organização com as médias do setor;
- Aumento da vantagem econômica da organização com a redução dos custos de produção.
- Racionalização do uso de insumos, aumentando a eficiência e a produtividade;
- Redução dos desperdícios de matéria prima;
- Minimização da geração de resíduos, diminuindo os impactos ambientais negativos;
- Aumento da competitividade, atualizando a empresa de acordo com as exigências do mercado;
- Adequação dos processos e produtos em conformidade com a legislação ambiental;
- Melhora da imagem da empresa junto aos consumidores, fornecedores e poder público, divulgando a ecoeficiência da produção e a qualidade dos produtos oferecidos;
- Diminuição dos riscos de acidentes ambientais;
- Melhora das condições de saúde e segurança do trabalhador diminuindo os gastos com afastamentos de colaboradores devido a acidentes de trabalho;
- Ampliação das perspectivas de mercado;
- Redução do consumo de água e energia;
- Aumento do volume de água a ser reutilizada no processo;
- Redução da quantidade de resíduos produzidos;
- Aumento da reutilização e da reciclagem dos resíduos.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As organizações precisam buscar constantemente alternativas para cumprir as normas e legislações, bem como para continuarem competitivas no mercado. Uma metodologia adequada para avaliar o desempenho ambiental do processo de tingimento é muito importante para a identificação de oportunidades de melhoria, que promovam benefícios econômicos e ambientais.

A metodologia proposta neste projeto deve ser uma ferramenta bastante útil para empresas do setor têxtil que atuem no ramo de tingimento identificarem seus pontos fracos e também demonstrarem seus pontos fortes. Esta metodologia abrange todo processo operacional do tingimento e visa buscar alternativas viáveis para a melhoria dos processos com ganhos econômicos e ambientais para a organização.

Após a aplicação da metodologia proposta, a organização poderá realizar uma comparação do seu desempenho com as demais empresas que atuem no mesmo setor e que já utilizem como ferramenta a avaliação do desempenho ambiental. As oportunidades de melhoria que serão sugeridas buscarão uma melhora do desempenho ambiental e econômico da organização, pois reduzirão o consumo de água, energia e matérias primas durante o processo de tingimento.

Como continuidade deste projeto sugere-se a incorporação de novos indicadores para tornar a avaliação mais específica e completa.

8. REFERÊNCIAS

ABIT - Associação Brasileira da Indústria Têxtil. Disponível em: <http://www.abit.org.br>
> Acesso em 12 jul 2011.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 19011**. Rio de Janeiro, 2002.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14001**. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14031**. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14040**. Rio de Janeiro, 2001.

ALBUQUERQUE, J. L. **Gestão ambiental e responsabilidade social: ferramentas e aplicações**. 1 Ed. São Paulo, SP: Atlas, 2009.

ALMEIDA, J. R.; MELLO, C. S.; CAVALCANTI, Y. **Gestão Ambiental: planejamento, avaliação, implantação, operação e verificação**. Rio de Janeiro, RJ: Thex Ed., 2000.

ARAÚJO, A. F. A aplicação da Metodologia de Produção Mais Limpa: Estudo em uma empresa do setor de construção civil. 2002 Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

BARBIERE, J. C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. São Paulo, SP: Saraiva, 2004.

BASTIAN, E. Y. O. **Guia técnico ambiental da indústria têxtil**. São Paulo, SP: CETESB: SINDITEXTIL, 2009.

BELLEN H. M. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**, Rio de Janeiro, RJ: FGV Ed., 2006.

BERGAMINI JÚNIOR, S. **Avaliação Contábil do Risco Ambiental**. Revista BNDES Banco Nacional de Desenvolvimento, Rio de Janeiro, n. 14, 2000. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br> > Acesso em: 21 jul 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 306, de 5 julho de 2002. Estabelece os requisitos mínimos e o termo de referência para realização de auditorias ambientais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2002.

CAMPOS, L. M. S.; LERIPIO, A. A. **Auditoria ambiental: uma ferramenta de gestão**. São Paulo, SP: Atlas, 2009.

CANTARINO, A. A. A. Indicadores de desempenho ambiental como instrumento de gestão e controle nos processos de licenciamento ambiental de empreendimentos de exploração e produção de petróleo nas áreas *offshore*. 2003. Tese (Doutorado em Planejamento Estratégico) Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003.

CEBDS - Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <http://www.cebds.org> > Acesso em 12 jul 2011.

COLOUR INDEX Society of Dyers and Colourist and American Association of Textile Chemists and Colourists. USA 1971.

CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas (SENAI), Disponível em: <http://www.senairs.org.br/cntl/> > Acesso em 12 jul 2011.

DIAS, R. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. São Paulo, SP: Atlas, 2010

EPA - U.S. Environmental protection agency. Manual – Best management practices for pollution prevention in the textile industry. USA 1996.

FERRAO, P. C. **Introdução a gestão ambiental: a avaliação do ciclo de vida de produtos**. São Paulo, SP: IST Press, 1998.

GAMBOA, C. M. Proposta de indicadores de desempenho ambiental aplicados à indústria têxtil de fibras sintéticas. 2005.167 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

GUARATINI, C. C. I.; ZANONI, M. V. B. **Corantes têxteis**. Química Nova, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 71-78. Jan 2000.

KOHLER, A. Proposta de um sistema de gestão por indicadores de eco-eficiência para uma lavanderia industrial de Brusque (SC). 2008. 125 f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) Centro de Ciências Tecnológicas e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2008.

KUNZ, A. PERALTA-ZAMORA, P. **Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis**. Química Nova, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 78-82. Jan 2002.

MDIC - Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br> > Acesso em 12 jul 2011.

MOTA, J. A. **O valor da natureza: economia e política dos recursos naturais**. Rio de Janeiro, RJ: Garamond, 2001.

NASCIMENTO, C. A. M. **Em busca da eco-eficiência**. Disponível em: <http://www.read.adm.ufrgs.br> > Acesso 21 jul 2011.

PIOTTO, Z. C. Eco-Eficiência na Indústria de Celulose e Papel – Estudo de Caso. 2003. 357 f. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Sanitária) Departamento

de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2003.

REN, X. Development of environmental performance indicators for textile process and product. Journal of Cleaner Production, Elsevier, n. 8 p. 473-481, 2000. Disponível em: www.cleanerproduction.net > Acesso em 22 jul 2011.

SEIFFERT, M. E. B. **Sistemas de gestão ambiental (SGA-ISO 14001)**. São Paulo, SP: Atlas, 2011.

SOUZA, R. S. **Entendendo a questão ambiental**. Santa Cruz do Sul, RS: EDUNISC, 2000.

TAKAHASHI, F; MORAIS, F. Avaliação do Ciclo de Vida de Produtos: Uma Ferramenta de Controle Ambiental. In: Simpósio de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais, Ponta Grossa, PR. **ANAIS** 2006.

VALLE, C. E. **Qualidade ambiental: como se preparar para as normas ISO 14000**. São Paulo, SP: Pioneira, 1995.

VILELA JUNIOR, A. **Modelos e ferramentas de gestão ambiental: desafios e perspectivas para as organizações**. 2. Ed. São Paulo, SP: Editora Senac, 2010.

WBCSD - World Business Council for Sustainable Development. Cleaner production and eco-efficiency: complementary approaches to sustainable development. Disponível em: <http://www.pmaisl.com.br> >. Acesso 21 jul 2011.